

Список литературы

1. Эллис С. Д., Дженювейн Т., Рейнберг Д. Эпигенетика. М. : Техносфера, 1967. 493 с.
2. Эллис С. Д., Дженювейн Т., Рейнберг Д. Эпигенетика. М. : Техносфера, 1967. С. 182.
3. Иващенко Н. И., Гришаева Т. М., Чубыкин В. Л. Особенности системного замалчивания Гомологичных последовательностей в процессе РНК-интерференции // Успехи современной биологии. 2009. Т. 129, № 5. С. 419–439.
4. Structural Basis for Double-Stranded RNA Processing by Dicer / I. J. MacRae et al. // Science. 2006. Vol. 311. P. 195–198.
5. Lakatos L., Szittyá G., Silhavy D., Burgyan J. Molecular mechanism of RNA silencing suppression mediated by p19 protein of tombusviruses // The EMBO Journal. 2004. № 23. P. 876–884.

УДК 577.2

**A. Bertleuova, G. Mukiyanova,
Z. Batyrshina, S. Zhangazin**

*L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Kazakhstan, Astana, Kazhymukan st. 13,
bertleuovaarailym@gmail.com*

RESISTANCE OF PLANTS TO VIRAL PATHOGEN AS AFFECTED BY EXPRESSION OF MODIFIED SUPPRESSOR OF RNA INTERFERENCE

Key words: Tomato Bushy Stunt Virus, viral suppressor, P19, RNA interference.

RNAi plays an important role not only in the processes of modulating the stability and degradation of mRNA, but also in regulating the processes of mRNA translation, regulation of gene expression at the posttranscriptional level through siRNAs, gene transcription, maintaining chromatin structure and genome integrity [1]. In plants, this mechanism was originally called posttranscriptional gene silencing or PGTS (Post Transcriptional Gene Silencing) and is considered as the main cellular mechanism of protection against viruses [2]. It was found that many viral proteins are able to suppress the cellular process of RNAi and thus provide viruses with conditions for reproduction in plant cells. Nowadays, established a number of proteins for some plant viruses to suppress RNAi and molecular mechanisms. However, it is not still fully investigated that the molecular mechanisms of the effect of the suppressor protein P19 encoded in the genome of the TBSV virus on RNAi. P19 has been broadly used as an effective suppressor of RNA silencing through expression in heterologous systems, including non-endogenous host plants [3–5]. RISC is postulated to be a high-molecular weight complex composed of at least one protein from the Argonaute (Ago) family, and

possibly one Dicer family protein. The programmed RISC targets single-stranded (ss) RNAs complementary to the incorporated RNA for cleavage or translational repression, resulting in post-transcriptional silencing of specific genes. The protein dimmers effectively sequester virus derived small interfering RNAs (siRNAs) thereby preventing activation of RISC complex nuclease.

The TBSV virus affects more than one hundred species of monocotyledonous and dicotyledonous plants from more than twenty different families. Including on economically significant crops. Currently, the main strategies for combating viral infections are the creation of genetically modified plants and the use of weakened strains of viruses [6].

An inartificial natural obstacle in the creation of transgenic plants is the evolutionarily conservative defense mechanism of RNAi. With the help of genetic and cellular engineering methods, this program will solve an important technical problem – targeted attenuation of RNA interference in plants by the expression of the modified suppressor protein P19 and, as a result, the creation of plants sensitive for further transformation [6, 7].

The detailed identification of the molecular mechanisms of the effect of suppressor proteins on gene regulation mechanisms in the long term determines the possibility of creating effective strategies for creating transgenic plant lines and determining the molecular mechanisms of influence between RNAi and suppressor virus proteins [7].

Using agrobacterium mediated transformation we obtained transgenic *Nicotiana benthamiana* plants expressing modified P19 protein. Modified P19 ART protein suppressor weakly binds siRNA thereby does not interfere with RISC complex programming. This does not lead to the systemic infection of plants and culminates in phenotype recovery. Also have been established, the influence of the modified P19 protein suppressor on the activity of oxidative stress enzymes during transgenic expression. The expression of modified viral suppressor leads to the activation of oxidative stress enzymes. Taken together our results indicate that structural properties of P19 play multifunctional roles in molecular plant-pathogen interactions.

Literature

1. *Baulcombe D.* RNA silencing in plants // *Nature*. 2004. Vol. 431, № 7006. P. 356–363.
2. *Voinnet O.* Post-transcriptional RNA silencing in plant-microbe interactions: a touch of robustness and versatility // *Current Opinion in Plant Biology*. 2008. Vol. 11, № 4. P. 464–470.
3. *Ruiz-Ferrer V., Voinnet O.* Roles of plant small RNAs in biotic stress responses // *Annual Review of Plant Biology*. 2009. Vol. 60. P. 485–510.
4. *Alvarado V., Scholthof H.B.* Plant responses against invasive nucleic acids: RNA silencing and its suppression by plant viral pathogens // *Seminars in Cell and Developmental Biology*. 2009. Vol. 20, № 9. P. 1032–1040.
5. *Омаров Р. Т., Берсимбай Р. И.* Биохимические механизмы супрессии РНК-интерференции вирусами растений // *Биохимия*. 2010. Т. 75. Вып. 8. С. 1062–1069.

6. Olson A. J., Bricogne G., Harrison S. C. Structure of Tomato bushy stunt virus IV // J. of Molecular Biology. 1983. Vol. 171, № 1. P. 61–93.
7. Kobayashi K., Sekine K.-T., Nishiguchi M. Breakdown of plant virus resistance: can we predict and extend the durability of virus resistance? // J. of General Plant Pathology. 2014. Vol. 80, № 4. P. 327–336.

УДК 578.2

**А. Б. Дилдабек, Ж. Б. Тлеуклова, Б. Б. Ильясова,
З. Б. Стамгалиева, Р. Т. Омаров, А. Ж. Акбасова**

*Лаборатория биотехнологии растений,
Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева,
010008, Казахстан, г. Астана, ул. К. Сатпаева 2,
Dildabekaruzhan15@gmail.com*

ПРЕВЕНТИВНАЯ ФУНКЦИЯ СУПРЕССОРА РНК-ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В ПОДАВЛЕНИИ ИММУННОГО ОТВЕТА

Ключевые слова: РНК-интерференция, вирус кустистой карликовости, белок Р19.

Полная резистентность растительного организма к вирусной инфекции называется иммунитетом. По мере эволюции защитных механизмов вирусы развивались в направлении преодоления различных реакций сопротивления растительного организма. Иммунный ответ растений опосредуется РНК или белками. Исходя из этого, растения выработали две главные стратегии противодействия вирусам: защитные механизмы, осуществляющиеся посредством генов резистентности (R) и РНК-интерференция [1].

РНК-интерференция – процесс посттранскрипционного умалчивания генов, консервативный механизм у эукариот, который регулирует уровень специфических РНК в процессе развития. В растительных организмах РНК-интерференция является защитным механизмом, подавляющим генерацию и накопление вирусного материала. Ключевым моментом взаимодействия между вирусом и растением является формирование дуплексов малых интерферирующих РНК размером ~21 нуклеотид, которые образуются в процессе гидролиза двухцепочечных РНК эндорибонуклеазой Dicer. Ведущая цепь дуплекса встраивается в RISC-комплекс посредством взаимодействия с белками семейства AGO. Образовавшийся комплекс деградирует матричную РНК, комплементарную ведущей цепи, или подавляет трансляцию кодируемого белка [2].

Для противостояния РНК-интерференции вирусы кодируют в своем геноме белки – супрессоры. Механизмы подавления РНК-опосредованного иммунитета супрессорами достаточно разнообразны. Белок Р19, кодируемый вирусом